

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra konstrukce strojů a zařízení

Průmyslový design

**Relaxační lehátko
Chill-out Chaise Longue**

Student:

Daniel Čech

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milena Hruďčková, Ph.D

2014

Zadání bakalářské práce

Student:	Daniel Čech
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	60 Průmyslový design
Téma:	Relaxační lenoška Chill-out Chaise Longue

Zásady pro vypracování:

Navrhnete relaxační lenošku určenou pro volnočasové aktivity do veřejného i domácího prostoru.

Na základě zpracované rešerše vypracujete 3 návrhy řešení lenošky. Poté vybranou variantu zpracujete ve formě konstrukčního návrhu.

Proved'te nezbytné pevnostní výpočty.

Vypracujte vizualizaci návrhu ve formě plakátu formátu min. A3 a zhotovte skutečný model lenošky nebo její části v měřítku.

Zpracujte výkres sestavení v rozsahu minimálně A1 a dílenský výkres vybraného dílu.

Seznam doporučené odborné literatury:

DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Montanex a.s. Ostrava, 2000.

BOHÁČEK, F.: *Části a mechanismy strojů I - Spoje*. VUT Brno, 1987.

BOLEK, A. A KOL.: *Části strojů - svazek 1*. SNTL Praha, 1990.

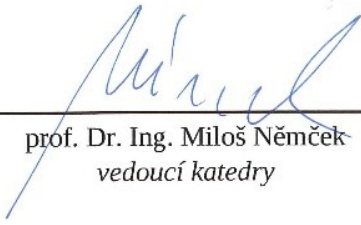
NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta :

„Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.“

V Ostravě dne.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Daniel Čech

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Jiráskova 2238/48

Šternberk

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ČECH, Daniel. *Relaxační lehátko: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2014, 35 s. Vedoucí práce: Ing. Milena Hrudíčková, Ph. D.

Předmětem této bakalářské práce je konstrukční návrh lehátka pro volnočasové aktivity. V úvodní části je popsána moje představa o plánovaném produktu a jasně stanovené cíle práce. Konkurenční produkty si lze prohlédnout v rešerši. Následují vlastní návrhy koncepčních řešení, kde byla vybrána konečná varianta na podrobné rozpracování. Dále je vypracovaná ergonomická studie a podrobný popis všech dílčích součástí v technickém řešení, které jsou podloženy pevnostními výpočty. Konečnou podobu lehátka si lze prohlédnout na vizualizacích. V závěru je práce zhodnocena a bylo zmíněno nezbytné programové vybavení pro zpracování této práce.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ČECH, Daniel. *Chill-out Chaise Longue: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2014, 35 p. Thesis head: Ing. Milena Hrudíčková, Ph. D.

The subject of this thesis is the design Chill-out Chaise Longue. In the introductory section describes my idea of product planning and clear work objectives. Competing products can be viewed in the search crawls. Followed by the conceptual design solutions, where the final version was selected for detailed elaboration. Followed by ergonomic studies and detailed description of all the components in technical solution. These are based on technical calculations. The final form of the product can be viewed on visualizations. In conclusion, the work is evaluated and mentioned the necessary software for completing of this theses.

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce	9
3. Rešerše	10
4. Návrhy koncepce vlastních řešení:.....	14
1. koncepční řešení	14
2. koncepční řešení	15
3. konečné řešení	16
5. Ergonomie	18
Ověření velikosti lehátka	19
Ověření jednotlivých stavitelných poloh a dílčích součástí.....	20
6. Technické řešení.....	22
Označení jednotlivých dílů lehátka.....	22
Spojení tyčí s konstrukcí lehátka	22
7. Pevnostní výpočty	24
Rozklad zatěžující síly	24
Ověření průměru nejvíce namáhané kruhové tyče	24
Ověření průřezu předních nohou lehátka.....	26
Střih závrtného vrutu v závitu M8:	29
Otláčení kruhové tyče od pásku:.....	30
8. Vizualizace	32
9. Závěr	33
10. Seznam použité literatury	34
11. Seznam příloh.....	35

Seznam použitých značek a symbolů

Trojrozměrný model	3D	
Modul pružnosti	E	[MPa]
Síla	F, R	[N]
Kvadratický moment průřezu	J	[mm ⁴]
Moment síly	M	[N.m]
Normálové síly	N	[N]
Polyvinylchlorid	PVC	
Mez kluzu	Re	[MPa]
Mez pružnosti	Rm	[MPa]
Plocha	S	[mm ²]
Posouvající síly	T	[N]
Průřezový modul	W	[mm ³]
Délka	a, b, h, l	[mm]
Materiálové konstanty	a _T , b _T	[MPa]
Průměr	d	[mm]
Tíhové zrychlení	g	[m.s ⁻²]
Poloměr setrvačnosti	i	[mm]
Hmotnost	m	[kg]
Koeficient spojitého zatížení	q	[N.m ⁻¹]
Štíhlost prutu	λ	
Napětí	σ, τ	[MPa]

1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je navržení relaxačního lehátka. K vytvoření nového produktu je třeba znát všechny vstupní informace projektu. Hlavním rysem lehátka je dosedací plocha. Není zpravidla rozdělena na sedací a zádivou část. Je to vlastnost, kterou se liší do ostatního druhu sedacího a lehacího nábytku. Dále lehátko není určeno ke spánku. Inspirací mi bylo klasické skládací zahradní lehátko. Přesto, že se jeho konstrukce může zdát jednoduchá, moje konstrukce je ještě jednodušší. Díky této úpravě je moje lehátko lehčí než původní návrh a ještě snadněji přenositelné. Produkt je vhodný pro vnější prostory, slouží pro uvolnění mysli a zbavení stresu. Vypracovaná ergonomická studie zaručuje jistotu, že při užívání lehátka bude osoba podepřena ve všech potřebných místech a bude jí zajištěno veškeré možné pohodlí.

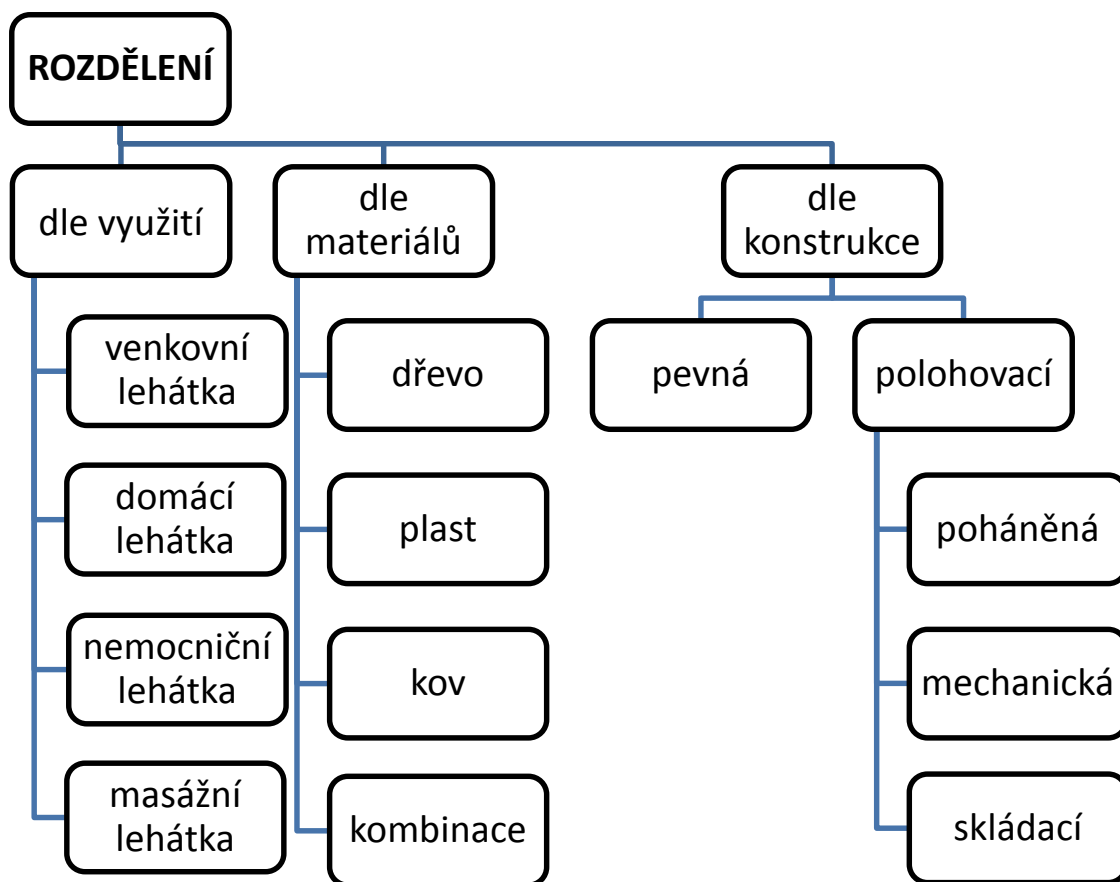
2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je navrhnout sedací nábytek vhodný pro relaxaci. Hlavní výhodou tohoto produktu jeho hmotnost a jednoduchost rozložení a zpětného složení. Uživatel může zaujmout jednu z více poloh, kterou produkt umožňuje.

Další nutné kroky:

- rešerše konkurenčních produktů
- návrh tří variant relaxačního lehátka
- ergonomičnost lehátka
- konstrukce vlastního 3D návrhu
- ověření dílčích součástí pevnostními výpočty
- zpracování výkresu sestavy a jednoho výrobního výkresu
- vytvoření vizualizace z 3D modelu produktu
- vyrobení fyzického modelu

3. Rešerše



↑ obr.1 - Exterio Elegant, [3]

Venkovní lehátka

Lehátka určená pro exteriéry jsou z materiálů odolných vůči vlivům počasí, používají se ušlechtilé kovy, dřevo i plasty. Velice často se setkáme na skládacími lehátky.



↑ obr.2 - Le Corbusier LC-4, [4]

Domácí lehátka

Nábytek pro vnitřní prostory nemají velké požadavky na resistence proti vodě ani změně teplot. Pro návrhy lze použít velké spektrum materiálů.



↑ obr.3 - lehátko transfúzní typ T 3, [5]

Nemocniční lehátka

Tento typ vybavení se používá výhradně v ordinacích. Kromě náročnosti na funkční vybavenost křesla je podstatná hygieničnost. Vše musí být snadno omyvatelné. Z tohoto důvodu jsou také voleny světlé barvy.



↑ obr.4 - Profi AL71, [6]

Masážní lehátka

Podobně jako u vyšetřovacích křesel se masážní lehátka používají v čistém prostředí, dbá se na hygienu a pohodlnost. Pro masáže zad je jsou lehátka vybaveny otvorem pro obličej. Na trhu jsou ve velké škále barev.

Lehátko The Wave

(bez polohování)

- materiál – proutění z polyethylenu s vysokou hustotou, hliníková konstrukce
- rozměry - šířka 71 cm, výška 86 cm, délka 170 cm
- potah – polyesterové rouno v akrylové tkanině



↑ obr.5 – lehátko *The Wave*, [7]

Lehátko Ozone Modern

(polohovací)

- materiál – nerezová ocel
- rozměry - šířka 71 cm, výška 75 cm, délka 206 cm
- potah – polyester



↑ obr.6 – lehátko *Ozone modern*, [7]

Klasické zahradní lehátko bez područěk

(polohovací, skládací)

- materiál – dub
- rozměry - šířka 63 cm, výška 80 cm, délka 147 cm
- potah – bavlna



↑ obr.7 – zahradní lehátko bez područěk, [8]

Skládací plážová židle Playa

(bez polohování, skládací)

- materiál – teak
- rozměry - šířka 44 cm, výška 50 cm, délka 66 cm



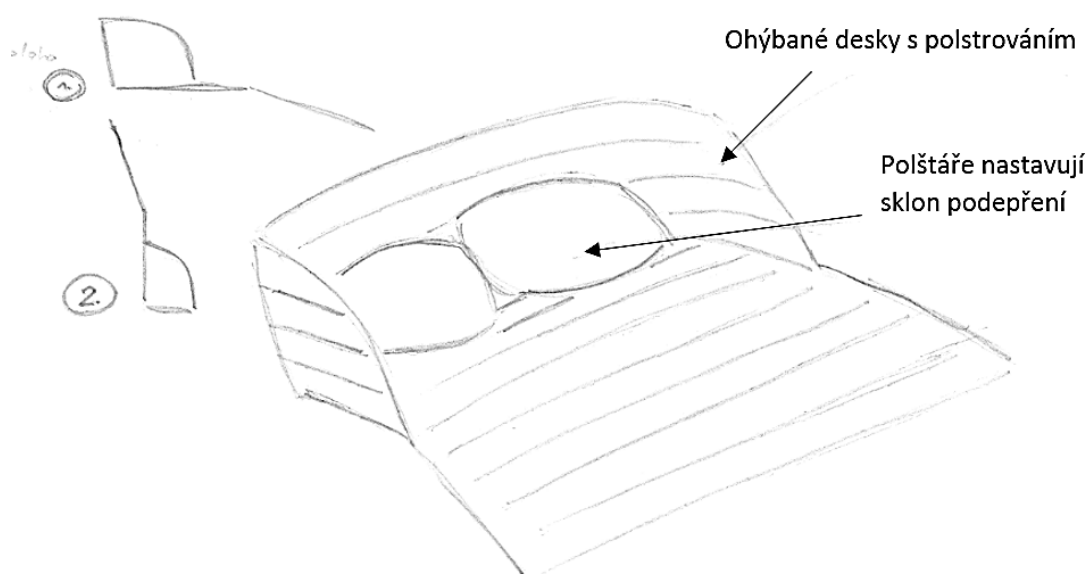
↑ obr.8 – skládací plážová židle Playa, [9]

4. Návrhy koncepce vlastních řešení:

Moje první návrhy vycházely z idey, že chci vytvořit pohodlný kus nábytku do obývacího pokoje. Velikost je uzpůsobená pro dva lidi. Segmenty mají navodit atmosféru lehkosti a vyvolat pocit, že lehátko nezabírá prakticky, žádné místo. Protože většina konkurenčních produktů je velice mohutná a těžká.

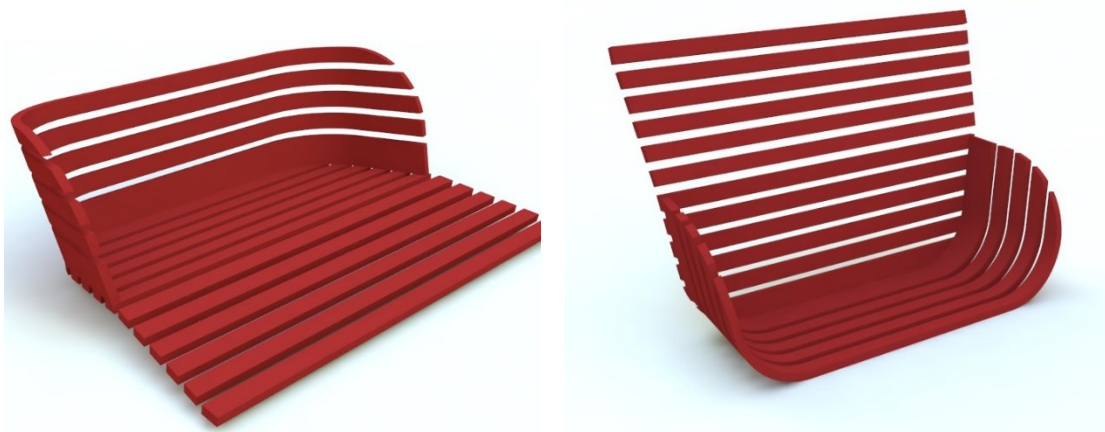
1. koncepční řešení

Bokorysy



↑ obr.9 – první koncepční řešení poloha 1.

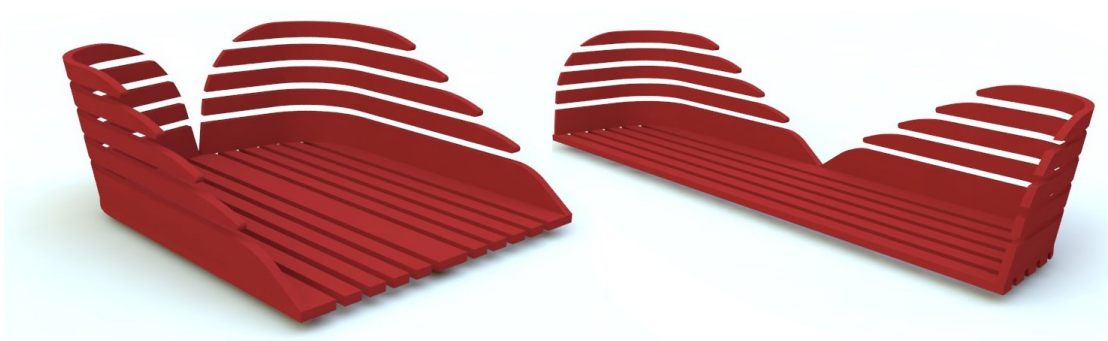
Hlavním a nejvýznamnějším rysem této varianty je možnost položit nebo postavit lehátko dle potřeby. Ležící variantu jsem navrhoval s představou zamilovaného páru sledujícího domácí kino. Postavenou variantu s myšlenou na přátele, kteří přišli na návštěvu a chtěl jsem udělat místo na stoleček.



↑ obr.10 – první koncepční řešení poloha 1 a 2

Sklon opření zad se nastavuje polštáři. Protože odzkoušením modelových situací na počítači bylo zjištěno, že manipulace s tak velkým kusem nábytku by mohla být obtížná a velice náročná na místo. Proto jsem od varianty upustil.

2. koncepční řešení



↑ obr.11 – Druhé koncepční řešení – příklady sestavení soupravy

Přepřipravováním první varianty jsem získal znovu velice lehkou konstrukci. Lehátko se skládá ze dvou kusů – levý a pravý. Oba kusy mohou fungovat nezávisle a odpovídají typologicky lenoškám. I u této varianty se nastavuje sklon opření zad na lehátku polštářů. Nakonec jsem i od této varianty upustil.



↑ obr.12 – Druhé koncepční řešení – pravá polovina soupravy

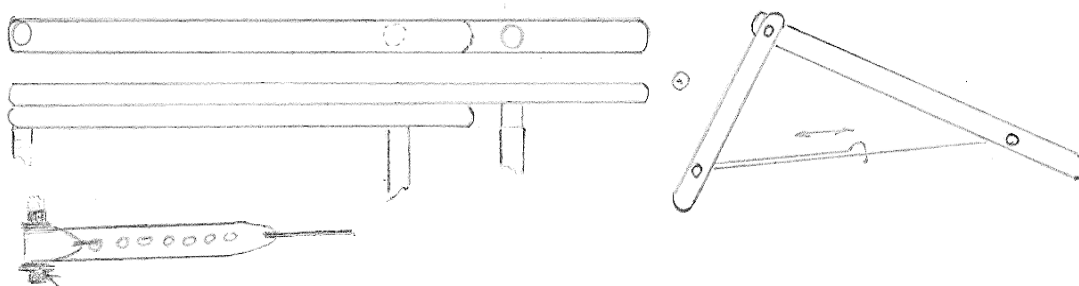
U dalších návrhů jsem se stále soustředil na lehkost celého produktu. Uvažoval jsem o různých materiálech. Přes nafukovací PVC až po dřevěnou konstrukci.



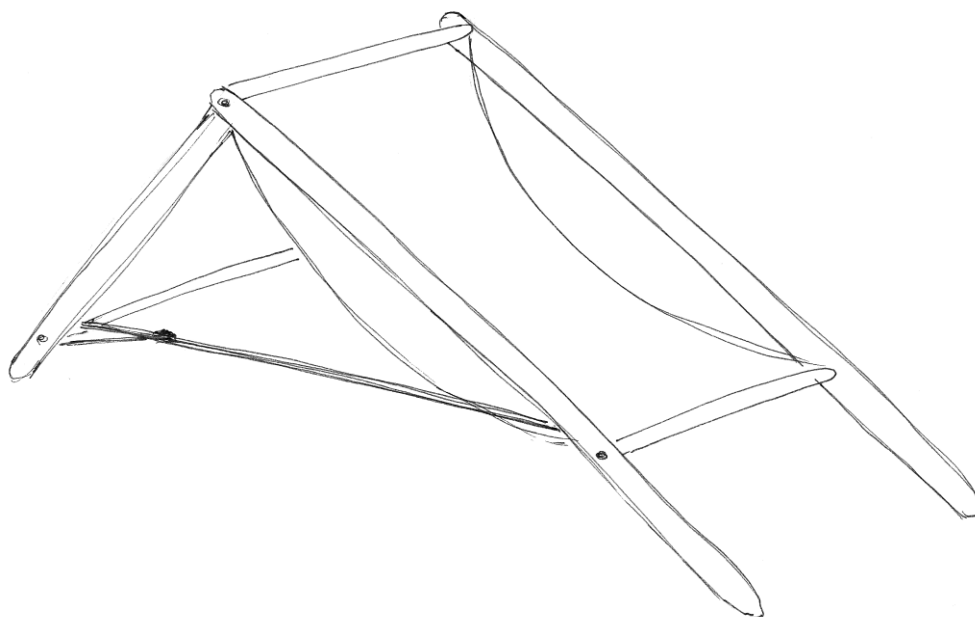
↑ obr.13 – skici od PVC nafukovacích návrhů po dřevěné konstrukce

3. konečné řešení

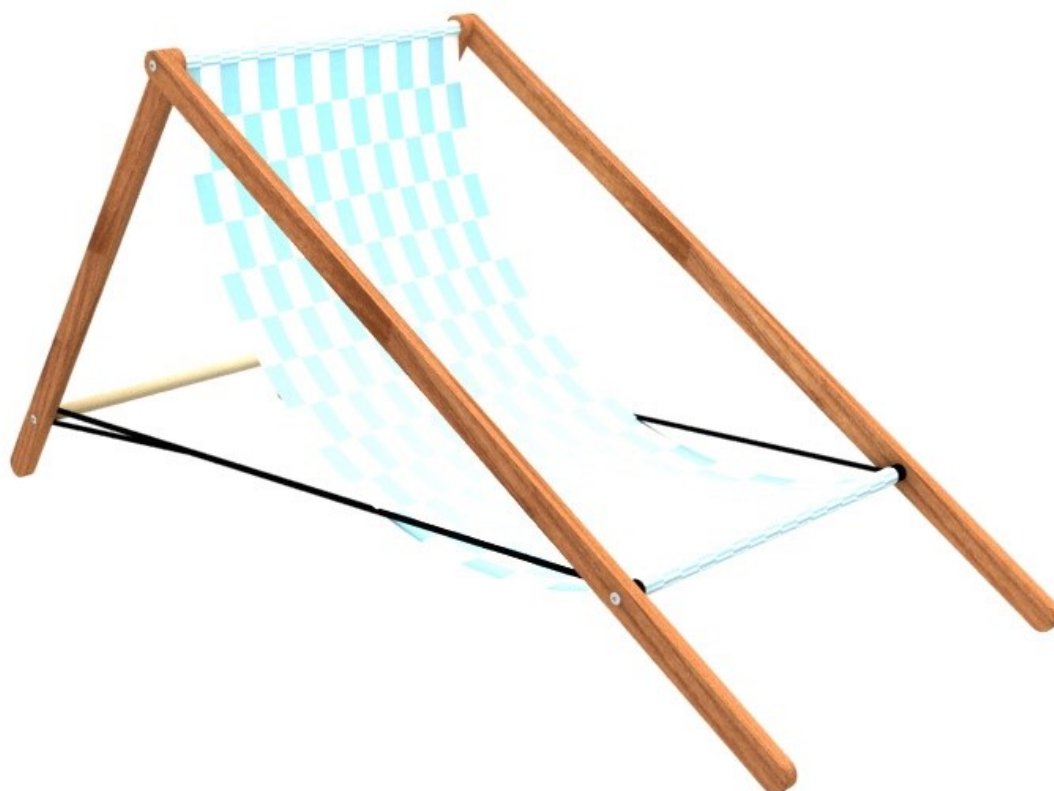
Po domluvě s vedoucím práce jste se rozhodl navrhnout lehké skládací lehátko pro 1 osobu hodící se na pláž nebo zahradu. Dosáhl jsem toho přepracováním klasického zahradního lehátka. Ubráním materiálu jsem docílil nižší hmotnosti a levnější ceny. Navíc si lehátko každý složí sám, bude se dodávat ve velice skladné krabici. Toto má také příznivý vliv na cenu.



↑ obr.14 – Skici technického řešení třetího návrhu



↑ obr.15 – skica plážového lehátka



↑ obr.16 – konečná verze plážového lehátka

Pro konstrukci lehátka jsem zvolil dubové dřevo, které ideálně vyhovuje svou hustotou a pevností. Pro spojovací materiál pozinkovanou ocel. Sedací plachta je bavlněná. Distanční pásy musí vydržet dlouhodobé napnutí a vystavení jiným vlivům, proto se nejlépe hodí polyamid [15].

5. Ergonomie



Hlavní výhodou látkové sedací části je její univerzálnost. Díky dostatečné poddajnosti textilie je zajištěno podepření ve všech potřebných bodech postavy při posedu, nebo položení. Nezáleží na velikosti ani váze člověka. Na ilustračních fotografiích si můžeme všimnout modelace látky při různých posedech na jedno nastavení výšky lehátka. Z tohoto důvodu se lehátka tohoto typu těší značné popularitě. Hlavním cílem ergonomické studie bylo určení ideálních délek nohou konstrukce, roztečí tyčí a určení 3 nastavitelných poloh lehátka.

↑ obr.17 – ilustrační fotografie s plážovou židlí



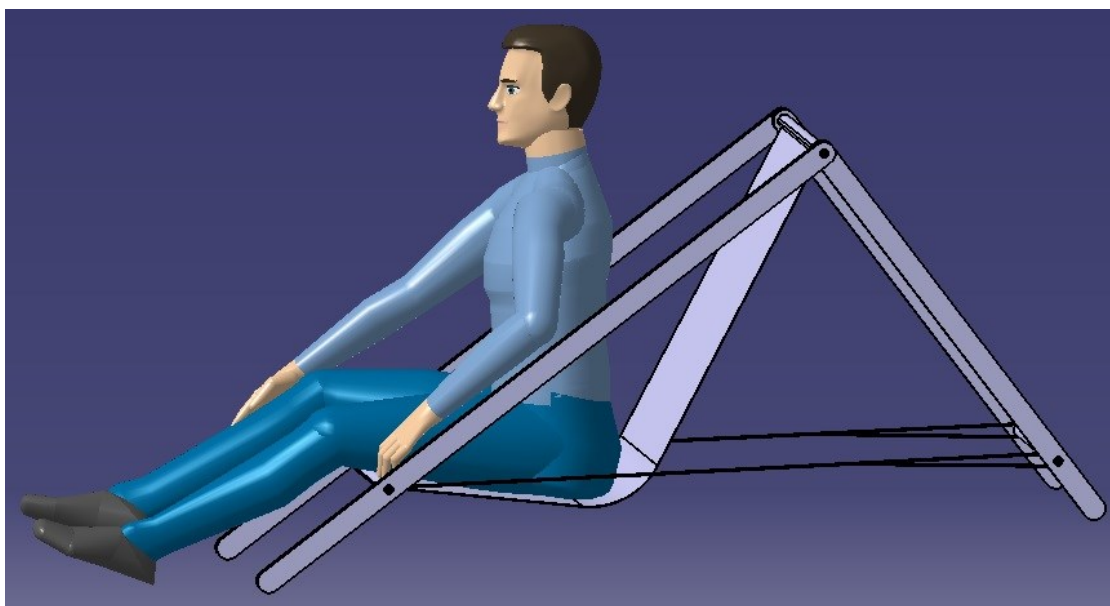
↑ obr.18 – ilustrační fotografie s plážovou židlí



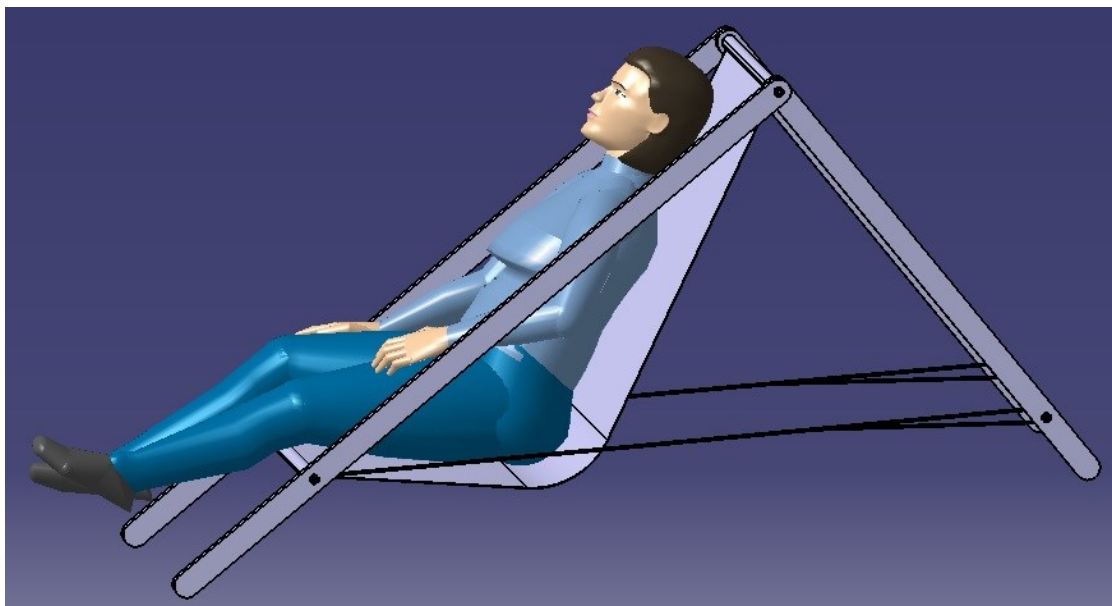
↑ obr.19 – ilustrační fotografie s plážovou židlí

Ověření velikosti lehátka

Velikost mého návrhu vyšla z adaptace klasického zahradního lehátka. Konstrukci jsem prověřil v programu CATIA nástavbou pro ergonomické studie. Pro porovnání velikosti lehátka se skutečnými lidmi jsem vytvořil 2 modelové situace. Muž o výšce 185 cm a žena o výšce 160 cm.



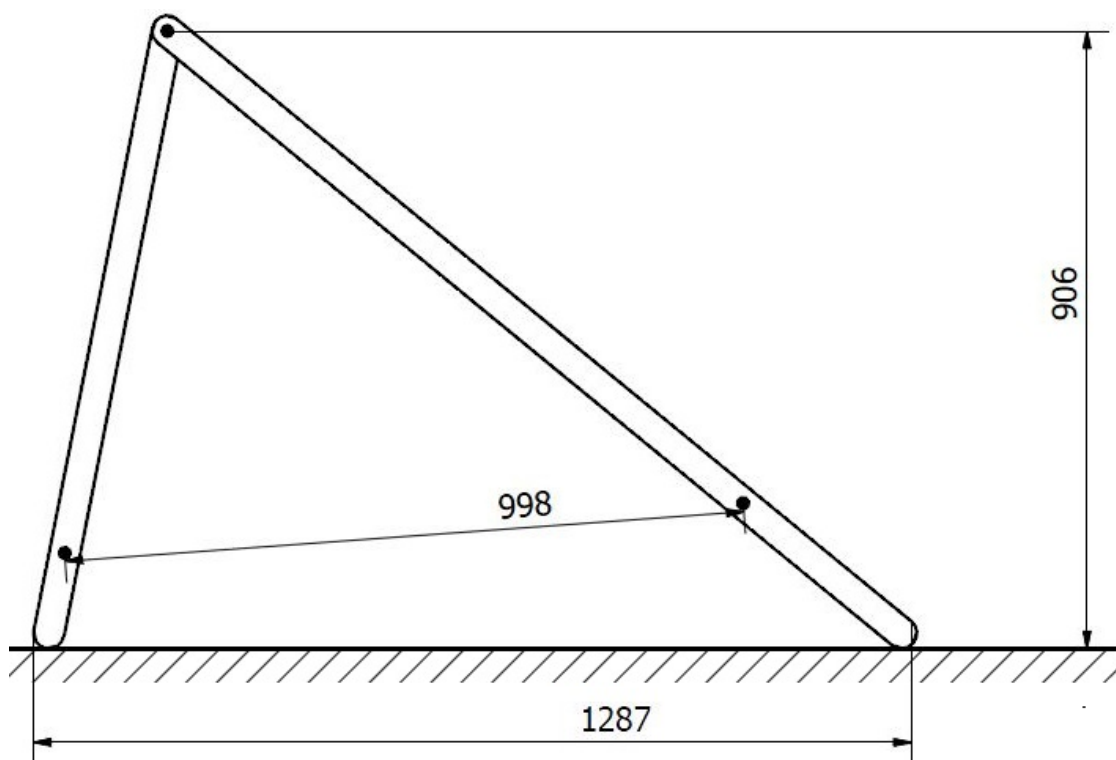
↑ obr.20 – modelová situace s mužem z programu CATIA



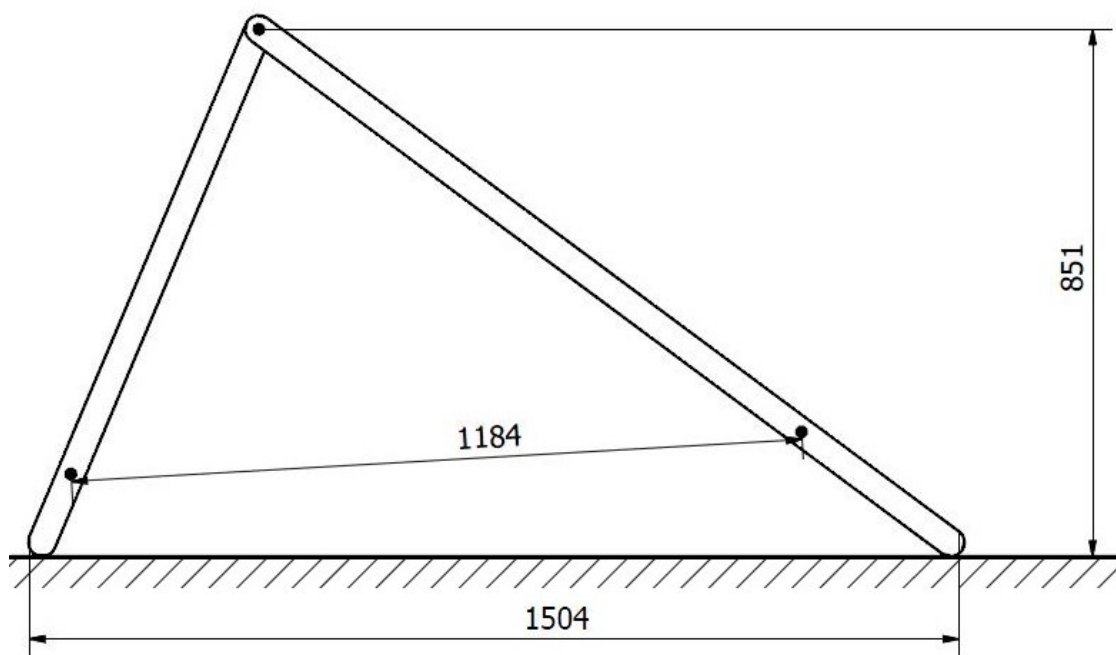
↑ obr.21 – modelová situace s ženou z programu CATIA

Ověření jednotlivých stavitelných poloh a dílčích součástí

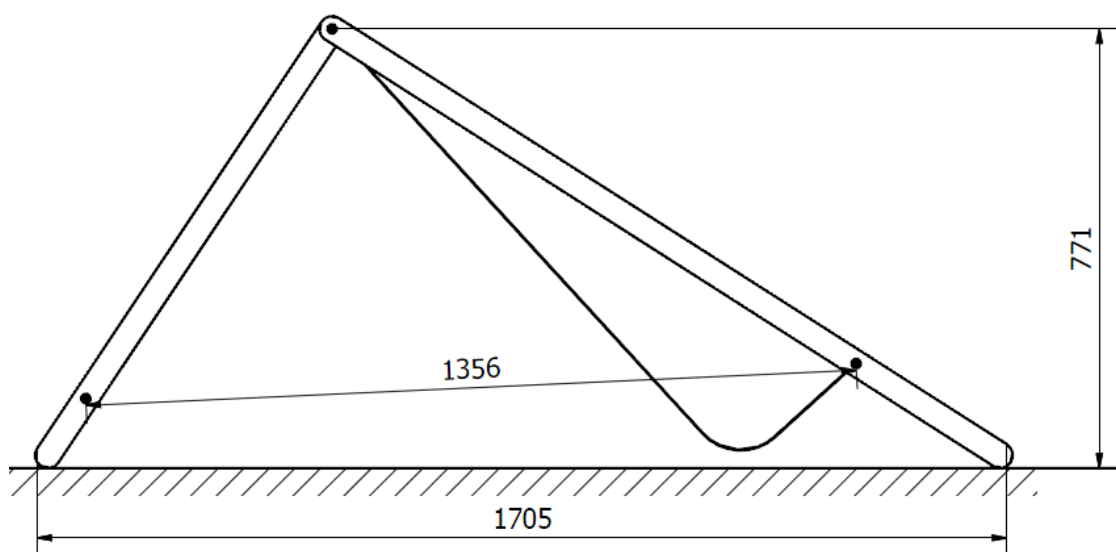
Lehátku zle nastavit rozevření nohou od 1287[mm] do 1705[mm]. Mezi tyto polohy jsem vložil ještě jednu významnou polohu. Polohy rozevření jsou označeny 1,2 a 3 viz. obr. 22 až 24. U první a druhé polohy nebyl žádný důvod vypracovat v pohledu textilií. Schéma třetí a nejnižší polohy jasně prokazuje, že je průvės látky v dostatečné výšce i v jeho nejnižší poloze. Délka látky je 127 cm.



↑ obr.22 – schéma polohy1 lehátka (uvedené rozměry [mm])



↑ obr.23 – schéma polohy 2 lehátka (uvedené rozměry [mm])

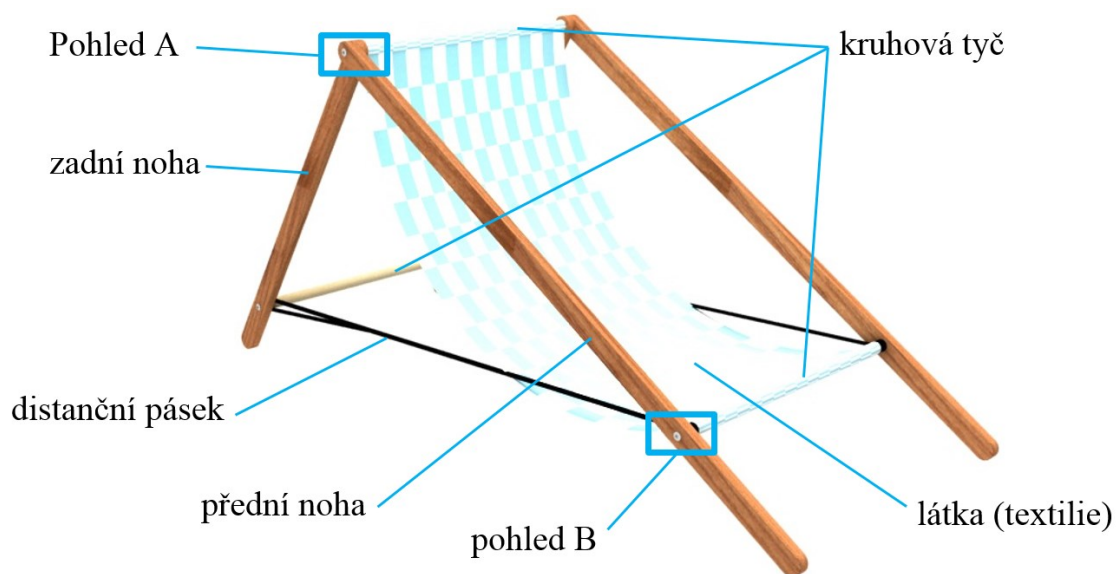


↑ obr.24 – schéma polohy 3 lehátka (uvedené rozměry [mm])

6. Technické řešení

Označení jednotlivých dílů lehátka

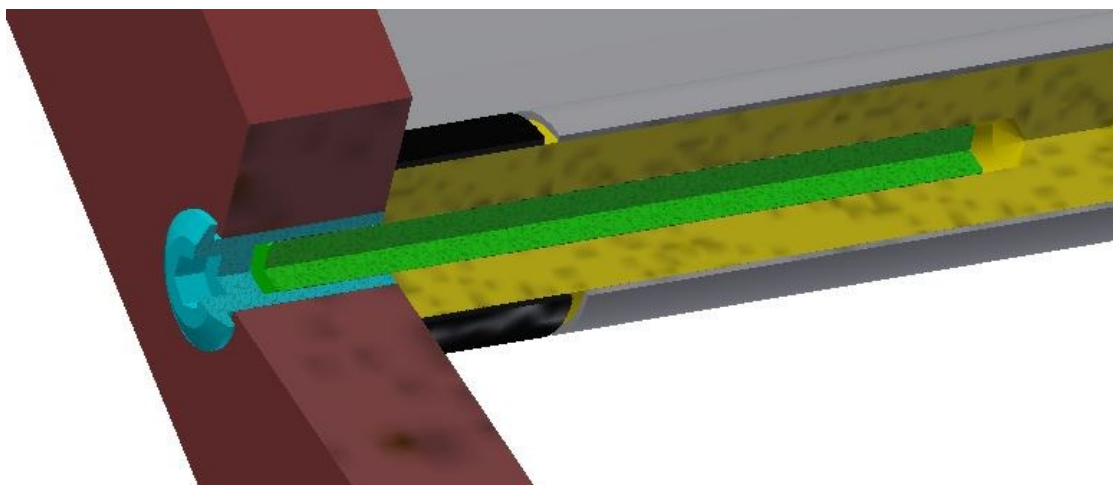
Pro rychlou orientaci v součástech a jednotlivých dílech bylo zapotřebí vypracovat orientační schéma.



↑ obr.25 – orientační schéma

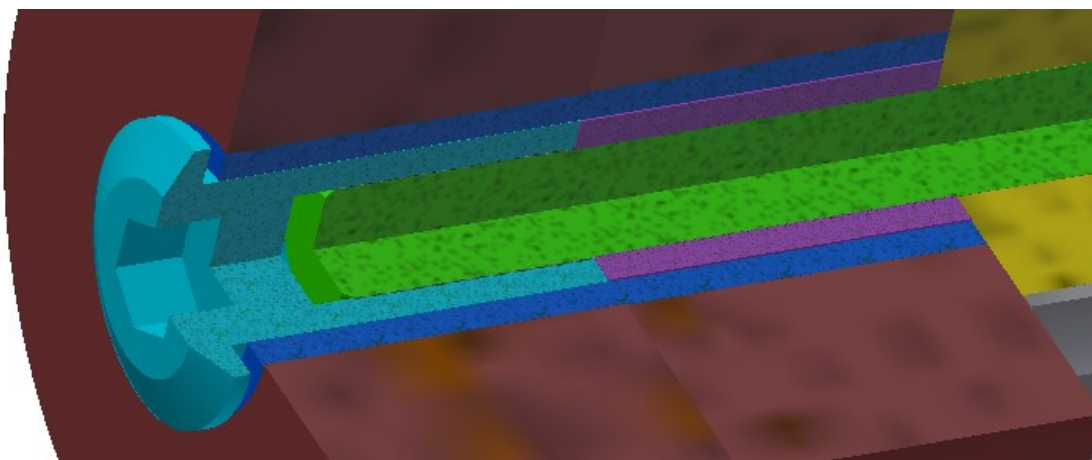
Spojení tyčí s konstrukcí lehátka

Dvě kruhové tyče umístěné ve spodní části lehátka nejsou namáhány na krut a nebudou se otáčet. Proto je použit pouze jednoduchý spoj běžně užívaný v nábytkovém průmyslu.



↑ obr.26 – pohled B v řezu - spojení spodní tyč z programu Inventor

Matice SR 1585 - Joint Connector Nut M8-23 [10] se opírá přímo o dřevěnou tyč. Závrtný vrut o průměru 8 mm má z druhé strany závit M8. Mezi dřevěnou tyčí a vrutem je lepený spoj. Spojení je vyobrazeno na obr. 26.



↑ obr.27 – pohled A v řezu na spojení v kloubu z programu Inventor

V kloubové části lehátka bylo zapotřebí využít složitější řešení. Mezi maticí a dřevěnou tyčí je distanční kroužek. Aby nedocházelo k povolení při manipulaci s lehátkem, bylo mezi šroubový spoj a konstrukci lehátka vloženo nerezové pouzdro, které vymezuje délku spoje a zároveň chrání dřevo před otlačením. Díky tomu lze šroubový spoj silně dotáhnout a přesto nebudou obě nohy lehátka na sebe přitlačeny, takže budou uloženy kyvně.



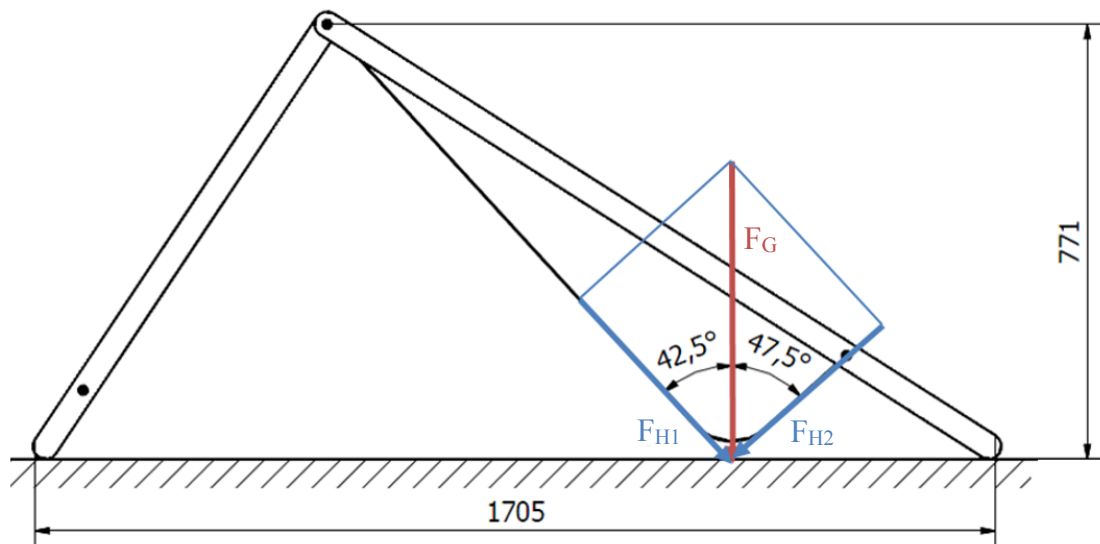
↑ obr.28 – pohled na barevně rozdělený pásek s přezkou (žebříček 20) [15]

Podle schémat na obrázcích 22 a 24 jsem určil délku pásku nastavujícího rozteč nohou lehátka. Pásky jsou 144 cm dlouhé včetně prodloužení nutného k fixaci přezky a jsou po obou stranách lehátka. Pásek je opatřen barevným rozlišením pro nastavení polohy rozevření. Přezka se posune stejně na obou stranách, např. na jednu stranu barevného pruhu – viz. obr. 28. To pak odpovídá poloze 1 nebo 2 (viz obr. 22, 23).

7. Pevnostní výpočty

Rozklad zatěžující síly

Ve výpočtech vycházím z maximální povolené zatěžující hmotnosti 100kg. Na schématu obr. 29 je vykreslena modelová situace extrému – maximální zatížení nosných tyčí přes sedací textilií.



↑ obr.29 – schéma rozložené zatěžující síly F_G

$$m = 120kg \quad g = 9,81m/s^2$$

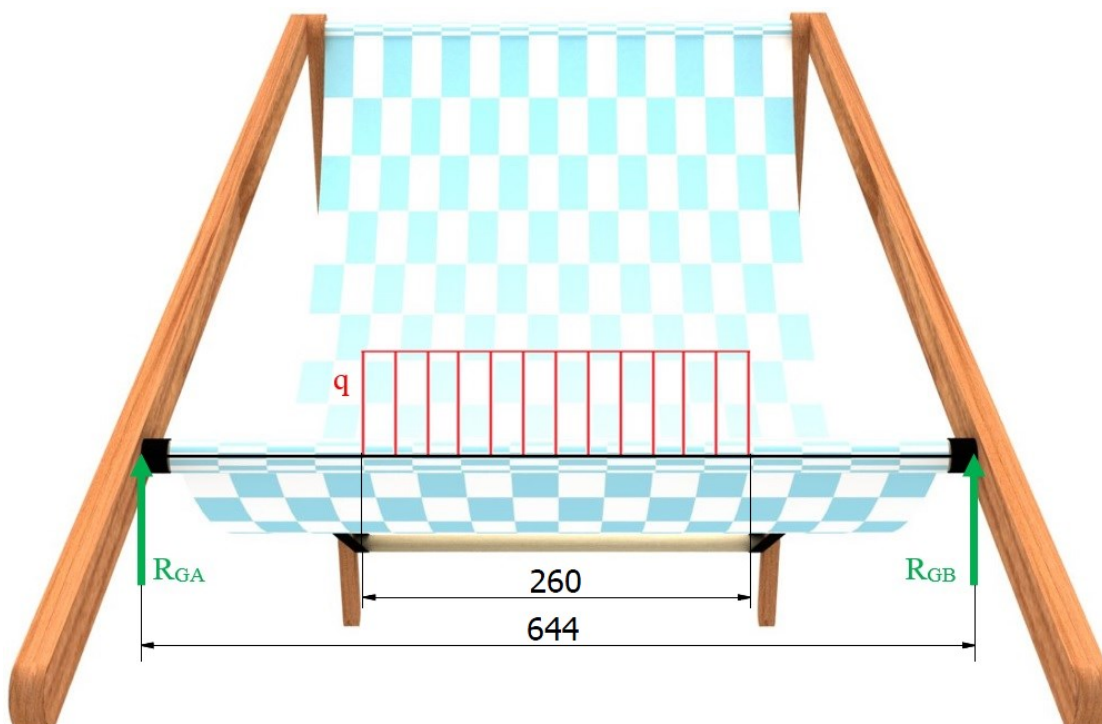
$$F_G = m \cdot g = 100 \cdot 9,81 = 981N \quad (1)$$

$$F_{H1} = F_G \cdot \cos \alpha = 981 \cdot \cos 42,5 = 723,3N \quad (2)$$

$$F_{H2} = F_G \cdot \sin \alpha = 981 \cdot \sin 42,5 = 662,8N \quad (3)$$

Ověření průměru nejvíce namáhané kruhové tyče

Extrémní situace nastane, když si člověk o váze 100kg sedne přímo na kruhovou tyč lehátka. Protože se váha člověka rozloží téměř po celé délce tyče, ve výpočtech počítám se spojitým zatížením. Délka sedací plochy byla určena měřením na 260mm, čím by byla plocha delší, tím příznivěji by vyšel výpočet. Proto jsem zvolil délku naměřenou na štíhlé postavě. Materiál tyče je dubové dřevo.



↑ obr.30 – schéma zatížení spodní kruhové tyče lehátka

Dovolené napětí dubového dřeva:

$$\sigma_D = 50 \text{ MPa} \quad [11]$$

Síly v reakcích R_{GA} a R_{GB} se rovnají:

$$R_G = \frac{F_G}{2} = \frac{981}{2} = 490,5 \text{ N} \quad (4)$$

Určení síly na jednotku délky q :

$$F_G = l \cdot q \Rightarrow q = \frac{F_G}{l} = \frac{981}{260} = 3,8 \text{ Nmm}^{-1} \quad (5)$$

Vyvinutý ohybový moment:

$$M_O = \frac{q \cdot l \cdot L}{8} = \frac{3,8 \cdot 260 \cdot 644}{8} = 39767 \text{ Nmm} \quad (6)$$

Výpočet minimálního průměru kruhové tyče z dovoleného napětí:

$$\sigma_o = \frac{M_O}{W_o} = \frac{M_O}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \leq \sigma_D \Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_O}{\pi \cdot \sigma_D}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 39767}{\pi \cdot 50}} = 20,1 \text{ mm} \quad (7)$$

Volím průměr 25 mm > 20,1 mm - **VYHOVUJE**

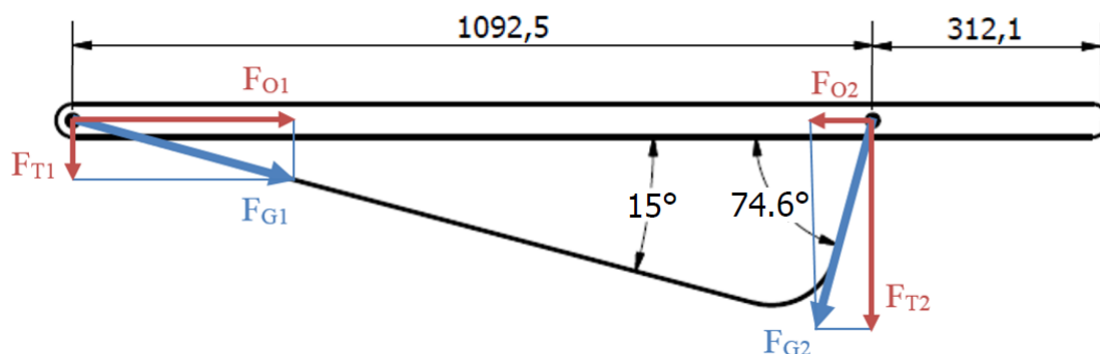
Ověření průřezu předních nohou lehátka

Nohy lehátka jsou namáhány břemenem přes látku na vzpěr a ohyb. Zatěžující síla F_G se rozkládá na dílčí síly. Síly F_{H1} a F_{H2} (viz. rozklad sil na obr. 29) působí ve směrech napnuté textilie. Protože má lehátko 2 přední nohy, pro ověřování jejich průřezu počítáme se silami F_{G1} a F_{G2} (viz. obr. 31), které jsou poloviční a tím odpovídají skutečnému namáhání každé jedné nohy.

$$F_{G1} = \frac{F_{H1}}{2} = \frac{723,3}{2} = 361,7N \quad (8)$$

$$F_{G2} = \frac{F_{H2}}{2} = \frac{662,8}{2} = 331,4N \quad (9)$$

U výpočtu vzpěru je zapotřebí počítat s osovými složkami obou sil, ale pouze s částí přední nohy mezi axiálními silami – část mezi otvory pro šrouby. Zbylá část přední nohy je z pohledu výpočtu na vzpěr nezajímavá, protože je krátká a jsou na ni vyvíjené menší síly.



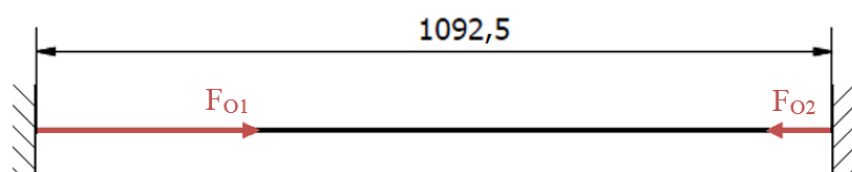
↑ obr.31 – schéma rozkladu sil F_{G1} a F_{G2} na přední noze lehátka (pootočeno do horizontální polohy, vlevo vrchol lehátka)

Osové síly:

$$F_{O1} = F_{G1} \cdot \cos 15 = 361,7 \cdot \cos 15 = 350N \quad (10)$$

$$F_{O2} = F_{G2} \cdot \cos 74,6 = 331,4 \cdot \cos 74,6 = 88N \quad (11)$$

Pro výpočet vzpěru v daném místě počítám jako vzpěr v nosníku vetknutým z obou stran. Ve výpočtu je se objeví pouze F_{O1} a F_{O2} .



↑ obr.32 – schéma nosníku vetknutého z obou stran

Zatížení osovou silou na vzpěr:

$$F_O = F_{G1} + F_{G2} = 350 + 88 = 438N \quad (12)$$

Nohy mají obdelníkový průřez 22 x 45 [mm]. Minimální kvadratický moment průřezu přední nohy:

$$J_{min} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{22 \cdot 45^3}{12} = 167\,062,5mm^4 \quad (13)$$

Plocha průřezu:

$$S = b \cdot h = 22 \cdot 45 = 990mm^2 \quad (14)$$

Poloměr setrvačnosti:

$$i = \sqrt{\frac{J_{min}}{S}} = \sqrt{\frac{167\,062,5}{990}} = 13mm \quad (15)$$

Štíhlost prutu:

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{1092,5}{13} = 84 \quad (16)$$

Mezní štíhlost:

Modul pružnosti E a mez pružnosti Rm [<http://www.drevostavitel.cz/>]

$$E = 11\,600MPa \quad Rm = 40MPa$$

$$\lambda_m = n \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{Rm}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{11600}{40}} = 107 \quad (17)$$

Z porovnání štíhlostí $\lambda < \lambda_m$. je patrné, že další výpočet bude pokračovat Tetmajerovou metodou pro nepružnou oblast vzpěru.

Materiálové konstanty pro Tetmajerovu metodu [strojnické tabulky]:

$$\text{Pro dřevo} - a_T = 29,3MPa \quad b_t = 0,194MPa$$

Kritické napětí dle Tetmajera:

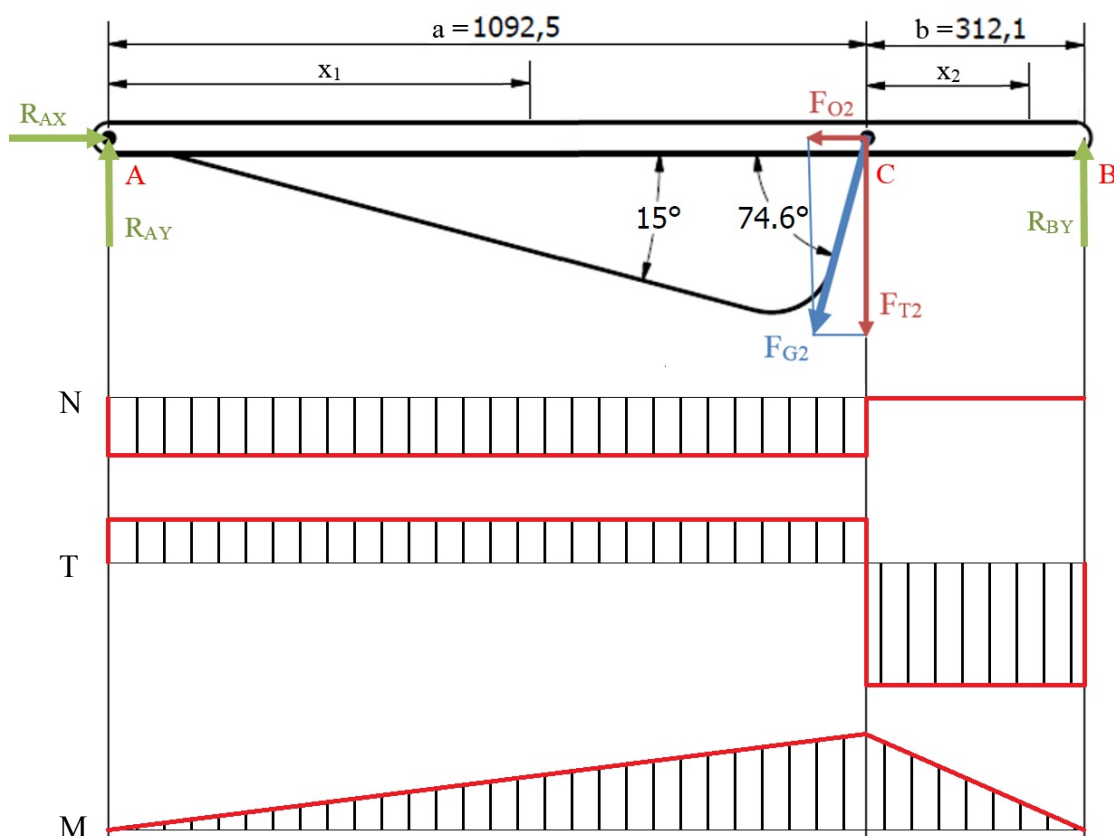
$$\sigma_{KR} = a - b \cdot \lambda = 29,3 - 0,194 \cdot 84 = 13MPa \quad (18)$$

Kritická síla:

$$F_{KR} = \sigma_{KR} \cdot S = 13 \cdot 990 = 12\,870\text{N} \quad (19)$$

Počítané místo nohy je namáháno silou $F_O = 438\text{N}$ viz.(12), ta je 29 krát menší než síla kritická F_{KR} viz. (19). Kontrola vzpěru **VYHOVUJE**

Pro ověření profilu nohy výpočtem na ohyb není síla F_{G1} relevantní, protože její působení je přímo v podpoře (A) a ohybové namáhání tedy nezpůsobuje. Počítám pouze se složkou síly F_{G2} kolmou na osu nosníku přední nohy F_{T2} .



↑ obr. 33 – schéma průběhu sil a momentů na přední noze lehátka

Kolmá složka síly F_{G2} dle schématu obr. 29:

$$F_{G2} = 331,4\text{N viz. (9)}$$

$$F_{T2} = F_{G2} \cdot \sin 74,6 = 331,4 \cdot \sin 74,6 = 320\text{N} \quad (20)$$

Rovnováha sil:

$$F_{O2} = 88N \text{ viz. (11)}$$

$$X: R_{AX} - F_{O2} = 0 \Rightarrow R_{AX} = F_{O2} = 88N \quad (21)$$

$$Y: R_{AY} - F_{T2} + R_{BY} = 0 \Rightarrow R_{AY} \quad (22)$$

$$M_A: F_{T2} \cdot a - R_{BY} \cdot (a + b) = 0 \Rightarrow R_{BY} \quad (23)$$

$$R_{BY} = \frac{F_{T2} \cdot a}{a + b} = \frac{320 \cdot 1092,5}{1092,5 + 312,1} = 249N \quad (24)$$

$$R_{AY} = F_{T2} - R_{BY} = 320 - 249 = 71N \quad (25)$$

$$M_B: -R_{AY} \cdot (a + b) + F_{T2} \cdot b = 0 \quad (26)$$

Moment v místě C (obr. 31):

$$M_C = R_{AY} \cdot a = 71 \cdot 1092,5 = 77\,567,5Nmm \quad (27)$$

Ohybové napětí pro profil 22x45 mm:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{M_o}{\frac{b \cdot h^2}{6}} = \frac{77\,567,5}{\frac{22 \cdot 45^2}{6}} = 10,5MPa \quad (28)$$

Dovolené napětí v ohybu volím s bezpečností $k = 2$ k mezi pevnosti dřeva:

$$Rm = 40MPa \text{ [11]}$$

$$\sigma_D = \frac{Rm}{2} = \frac{40}{2} = 20MPa \quad (29)$$

$$\sigma_o < \sigma_D \quad (30)$$

Průřez profilu 22x45 mm z hlediska ohybu **VYHOVUJE**.

Střih závrtného vřutu v závitu M8:

$$d_3 = 6,466mm \text{ [1]}$$

Maximální zatěžující síla:

$$F_S = \frac{F_G}{2} = \frac{981}{2} = 490,5N \quad (31)$$

Mez kluzu závrtného vrutu:

$$Re = 8 \cdot 8 \cdot 10 = 640MPa \quad (32)$$

Napětí:

$$\tau_{DS} = \frac{\sigma_{DT}}{2} = \frac{Re}{4} = \frac{640}{4} = 160MPa \quad (33)$$

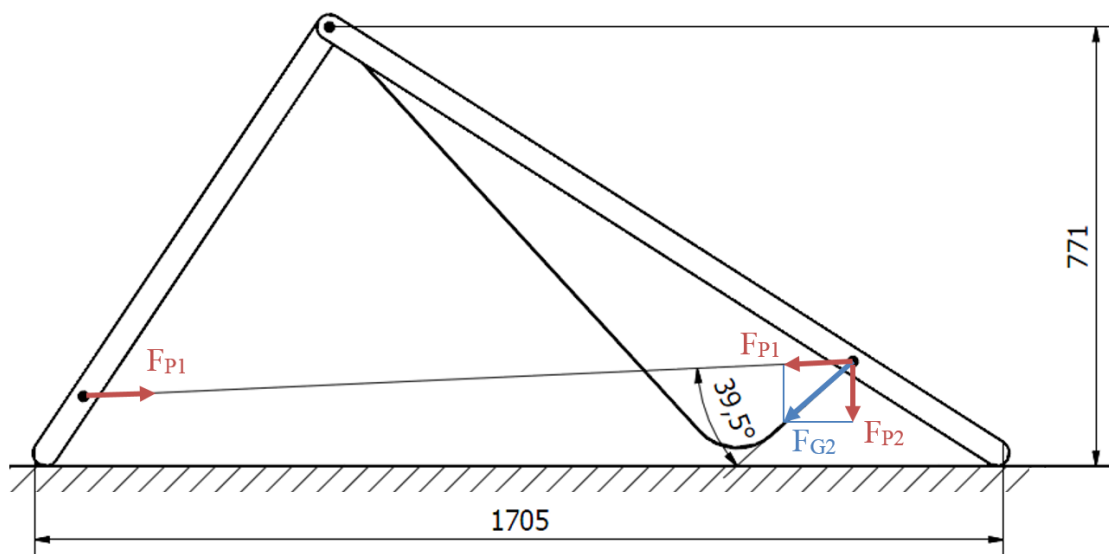
$$\tau = \frac{F_S}{S} = \frac{F_S}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{490,5}{\frac{\pi \cdot 6,466^2}{4}} = 15MPa \quad (34)$$

$$\tau < \tau_{DS} \quad (35)$$

Závrtný vrut **VYHOVUJE**.

Otlačení kruhové tyče od pásku:

Pásek je připevněn na boční části kruhové tyče. Když je lehátko zatížené, pásek namáhá tyč silou F_{P1} .



↑ obr. 34 – schéma rozložení sil působících v pásku

$$\tau_D = 11,5MPa \text{ [11]}$$

Otlačovaná plocha:

$$S_P = D \cdot l = 25 \cdot 20 = 500mm^2 \quad (36)$$

Otlačující síla:

$$F_{P1} = F_{G2} \cdot \cos 39,5 = 331,4 \cdot \cos 39,5 = 255,7N \quad (37)$$

Napětí:

$$\tau = \frac{F_{P1}}{S_P} = \frac{255,7}{500} = 0,5MPa \quad (38)$$

$$\tau < \tau_D \quad (39)$$

Z kontrolního výpočtu vyplývá, že nebude docházet k otlačení kruhové tyče. Zvolená šířka pásku 20 mm **VYHOVUJE**.

8. Vizualizace

Pro vytvoření fotorealistických vizualizací jsem použil program Rhinoceros 4.0 s rozšiřujícím modulem V-Ray. Díky vizualizacím si lze živě představit výslednou podobu lehátka na místech běžného použití.



↑ obr. 35 – 1. vizualizace plážového lehátka



↑ obr. 36 – 2. vizualizace plážového lehátka

9. Závěr

Předmětem mojí bakalářské práce bylo navrhnout relaxační lehátko určené pro volnočasové aktivity. Aby bylo lehátko snadno přenositelné, zaměřil jsem se především na lehké konstrukce. Hlavní inspiraci jsem čerpal ze stávajících produktů, které jsem uvedl v rešerši. Velkou výhodou je jednoduchost montáže tohoto lehátka. Zákazník si snadno lehátko smontuje sám doma. Produkt se může prodávat ve velice skladné krabici, což je nesmírná výhoda nejen pro prodejce, ale i zákazníky. Toto vše příznivě ovlivní cenu lehátka.

Ve 4. kapitole jsem experimentoval s myšlenkou sdílení volnočasových aktivit ve dvou lidech. Vytvořil jsem 2 koncepční řešení lehátek do vnitřních prostor. Od těchto jsem ale upustil, kvůli potenciálním potížím s výrobou dílčích součástí a doporučení vedoucích mojí práce.

Při zpracování ergonomické studie jsem testoval chování textilie na podobném produktu. Výstupem testování byli fotografie a jejich posudek. Dále jsem pomocí programu CatiaV5R20 ověřil velikost lehátka v ergonomické nástavbě Human builder.

Všechna nebezpečná místa na konstrukci lehátka byla prověřena pevnostními výpočty. Pro přehlednost jsem nakreslil schémata přímo na obrázky jednotlivých zatěžovaných součástí.

Dále jsem vytvořil 3D model a výkresy v programu Inventor Professional 2014 a pro konečné vizualizace jsem využil Rhinoceros 4.0 s nástavbou V-ray.

10. Seznam použité literatury

- [1] LEINVEBER, Jan a VÁVRA, Pavel. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. Vyd. Úvaly: ALBRA, 2003, 870 s. ISBN 80-86490-74-2
- [2] NĚMČEK, Miloš. Řešené příklady z částí a mechanismů: spoje. 2. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008, 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.
- [3] Exterio Elegant. [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.bentwood.cz/>
- [4] Le Corbusier LC-4 [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://cassina.com/>
- [5] lehátko transfúzní typ T 3 [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.optingservis.cz/>
- [6] Profi AL71 [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.bestseller.cz/>
- [7] The Wave, Ozone modern [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.homeinfatuation.com/>
- [8] zahradní lehátko bez područek, [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.keramicshop.cz/>
- [9] Playa [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.keramicshop.cz/>
- [10] Joint Connector Nuts [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.essentracomponents.com.sg/>
- [11] Mechanické vlastnosti dřeva [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.drevostavitel.cz/>
- [12] Materiál a mechanické vlastnosti šroubů [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.stara.cz/>
- [13] Hustota pevných látek [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://www.converter.cz/>
- [14] Technické kreslení v dřevozpracujícím odvětví [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://is.muni.cz/>
- [15] Žebříček, PAD pásek [online] [cit. 2014-04-13]. Dostupné z <http://kutil-florenc.cz/>

11. Seznam příloh

Sestavný výkres plážového lehátka: CEC0048-00

Výrobní výkres přední nohy: CEC0048-01

Přiložený CD disk obsahuje tuto bakalářskou práci ve formátu PDF včetně výkresů v přílohách.

Poděkování

Děkuji Ing. Mileně Hrudičkové, Ph.D. paní Dr. Ing. Anně Plchové a panu MgA. Petru Neničkovi za velkou ochotu a vycházení vstříc při řešení problémů spojených s vypracováním mé bakalářské práce.